

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Tadayuki Ito

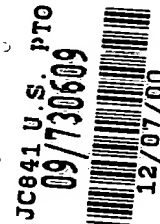
Application No.: Not Yet Assigned

Group Art Unit: N/A

Filed: December 7, 2000

Examiner: Not Yet Assigned

For: IMAGE PROCESSING METHOD AND
IMAGE PROCESSING APPARATUS



CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign applications filed in the following foreign countries on the dates indicated:

| <u>Country</u> | <u>Application No.</u> | <u>Date</u> |
|----------------|------------------------|-------------------|
| Japan | 11-357119 | December 16, 1999 |
| Japan | 2000-109152 | April 11, 2000 |

In support of this claim, a certified copy of each said original foreign application is filed herewith.

Dated: December 7, 2000

Respectfully submitted,

By 

Thomas J. D'Amico

Registration No.: 28,371

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &

OSHINSKY LLP

2101 L Street NW

Washington, DC 20037-1526

(202) 785-9700

Attorneys for Applicant

DICKSTEIN, SHAPIRO ET AL
H9876.0059/1859
TADAYUKI ITO
DEC. 7, 2000

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JCS41 U.S. PTO
09/730609
12/07/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 4月11日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-109152

出 願 人

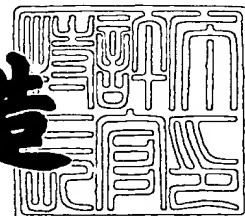
Applicant (s):

株式会社セガ・エンタープライゼス

2000年10月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3086468

【書類名】 特許願

【整理番号】 P990161-1

【提出日】 平成12年 4月11日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G06T 15/00
G06T 11/40

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会社セガ・
エンタープライゼス内

【氏名】 伊藤 忠幸

【特許出願人】

【識別番号】 000132471

【氏名又は名称】 株式会社セガ・エンタープライゼス

【代理人】

【識別番号】 100094514

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 恒△徳▽

【代理人】

【識別番号】 100094525

【弁理士】

【氏名又は名称】 土井 健二

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第357119号

【出願日】 平成11年12月16日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 030708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710522

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像生成方法及びこれを用いた画像生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 オブジェクトデータからピクセル単位にテクスチャ座標及び詳細度 LOD (Level of Detail) 値を演算し、

前記詳細度 LOD 値に基づき、テクスチャメモリから読み出されるテクセルのフィルタリング領域を決定し、

前記テクスチャ座標及び前記決定されたフィルタリング領域の大きさに応じた重み付け平均を求め、前記オブジェクトに貼りつけるテクスチャカラーを生成する

ことを特徴とする画像生成方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記テクスチャメモリから読み出されるテクセルは、前記演算されたテクスチャ座標及び詳細度 LOD 値に基づき決定されることを特徴とする画像生成方法。

【請求項 3】 請求項 1 において、

前記テクセルのフィルタリングを行なう領域の決定は、2 以上の次元の前記詳細度 LOD 値を用いて行なわれることを特徴とする画像生成方法。

【請求項 4】 請求項 1 において、

前記テクセルのフィルタリングを行なう領域を決定する過程で、所定の予め設定されるパラメータでオフセット値を加算して前記詳細度 LOD 値を修正することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 5】 請求項 1 において、

前記フィルタリング領域を決定する過程で、前記詳細度 LOD 値と複数のミップマップデータの選択の仕方を指示するパラメータに従って、テクスチャメモリに格納される前記複数のミップマップデータのうちの一つを選択することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 6】 請求項 1 において、

前記フィルタリング領域を決定する過程で、所定のフラグに従ってテクスチャカラーを求めるために必要なテクセルの数を決定することを特徴とする画像生成方

法。

【請求項 7】請求項 5 において、

前記フィルタリング領域を決定する過程で、前記詳細度 LOD 値の複数の値をいずれかに統一するか否かを選択するパラメータに従って、前記詳細度 LOD を、前記複数のミップマップデータの選択の仕方を特定するパラメータに対応していずれかに統一することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 8】請求項 1 において、前記重み付け平均を求める過程は、

前記テクスチャ座標と前記フィルタリング領域から前記フィルタリング領域における混合率と判別フラグを求め、

前記判別フラグにより、前記テクスチャメモリから読み出されるテクセルのうち重み付け平均を求める対象から除外するテクセルを判定し、

前記混合率に従って対象のテクセルの重み付け平均を求めることを特徴とする画像生成方法。

【請求項 9】請求項 8 において、

さらに、前記フィルタリング領域を決定する過程は、

所定のパラメータで前記詳細度 LOD 値を修正し、且ついくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグに基づき、最終的なフィルタリング領域を決定し、且つ

前記いくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグにより 4 つのテクセルとするモードを選択する場合、前記判別フラグは、9 つのテクセルの中心にあるテクセルを 4 分割した領域のいずれに、前記フィルタリング領域の中心点があるかに対応して定められることを特徴とする画像生成方法。

【請求項 10】請求項 8 において、

さらに、前記フィルタリング領域を決定する過程は、

所定のパラメータで前記詳細度 LOD 値を修正し、且ついくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグに基づき、最終的なフィルタリング領域を決定し、且つ

前記いくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグにより 9 つのテ

クセルとするモードを選択する場合、前記混合率と判別フラグは、前記フィルタリング領域の中心を通る線で該9つのテクセルが4分割され、前記フィルタリング領域の左上の頂点を含む前記4分割された領域と、前記フィルタリング領域の右上の頂点を含む前記4分割された領域と、前記フィルタリング領域の左下の頂点を含む前記4分割された領域及び、前記フィルタリング領域の右下の頂点を含む前記4分割された領域の夫々に対応して示されることを特徴とする画像生成方法。

【請求項11】オブジェクトデータからピクセル単位にテクスチャ座標及び詳細度LOD (Level Of Detail) 値を演算する回路と、

前記演算された詳細度LOD値に基づき、テクスチャメモリから読み出されるテクセルのフィルタリング領域を決定する回路と、

前記決定されたテクスチャ座標及び前記フィルタリング領域の大きさに応じた重み付け平均を求める回路を有して構成されることを特徴とする画像生成装置。

【請求項12】請求項11において、

前記テクスチャメモリから読み出されるテクセルは、前記演算されたテクスチャ座標及び詳細度LOD値に基づき決定されることを特徴とする画像生成装置。

【請求項13】請求項11において、

前記テクセルのフィルタリング領域を決定する回路は、2以上の次元の前記詳細度LOD値を用いて該フィルタリング領域を決定することを特徴とする画像生成装置。

【請求項14】請求項11において、

前記テクセルのフィルタリングを行なう領域を決定する回路は、所定の予め設定されるパラメータでオフセット値を加算して前記詳細度LOD値を修正することを特徴とする画像生成装置。

【請求項15】請求項11において、

前記フィルタリング領域を決定する回路は、前記詳細度LOD値と複数のミップマップデータの選択の仕方を指示するパラメータに従って、テクスチャメモリに格納される前記複数のミップマップデータのうちの一つを選択することを特徴

とする画像生成装置。

【請求項16】請求項11において、

前記フィルタリング領域を決定する回路は、所定のフラグに従ってテクスチャカラーを求めるために必要なテクセルの数を決定することを特徴とする画像生成装置。

【請求項17】請求項15において、

前記フィルタリング領域を決定する回路は、前記詳細度LOD値の複数の値をいずれかに統一するか否かを選択するパラメータに従って、前記詳細度LODを、前記複数のミップマップデータの選択の仕方を特定するパラメータに対応していずれかに統一することを特徴とする画像生成装置。

【請求項18】請求項11において、前記重み付け平均を求める回路は、

前記テクスチャ座標及び前記フィルタリング領域から前記フィルタリング領域における混合率と判別フラグを求める第1の回路と、

前記判別フラグにより、前記テクスチャメモリから読み出されるテクセルのうち重み付け平均を求める対象から除外するテクセルを判定する第2の回路と、

前記混合率に従って対象のテクセルの重み付け平均を求める第3の回路を有することを特徴とする画像生成装置。

【請求項19】請求項18において、

さらに、フィルタリング領域を決定する回路は、所定のパラメータで前記詳細度LOD値を修正し、且ついくつのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグに基づき、最終的なフィルタリング領域を決定し、且つ

前記いくつのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグにより4つのテクセルとするモードを選択する場合、前記第1の回路は、前記判別フラグを9つのテクセルの中心にあるテクセルを4分割した領域のいずれに、前記フィルタリング領域の中心があるかに対応して求めることを特徴とする画像生成装置。

【請求項20】請求項18において、

さらに、フィルタリング領域を決定する回路は、所定のパラメータで前記詳細度LOD値を修正し、且ついくつのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフ

ラグに基づき、最終的なフィルタリング領域を決定し、且つ

前記いくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグにより9つのテクセルとするモードを選択する場合、前記第1の回路は、前記混合率と判別フラグを、前記フィルタリング領域の中心を通る線で該9つのテクセルが4分割され、前記フィルタリング領域の左上の頂点を含む前記4分割された領域と、前記フィルタリング領域の右上の頂点を含む前記4分割された領域と、前記フィルタリング領域の左下の頂点を含む前記4分割された領域及び、前記フィルタリング領域の右下の頂点を含む前記4分割された領域の夫々に対応して求めることをことを特徴とする画像生成装置。

【請求項21】請求項17において、

さらに、前記テクスチャ座標と前記修正された詳細度LOD値に基づきテクスチャRAMからテクセルを読み出すアドレスを生成する回路と、

該テクスチャRAMから読み出されるテクセルをサンプリングする回路を有し

前記第2の回路は、該テクセルをサンプリングする回路からのサンプルされたテクセルを入力し、

前記いくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグに基づき、対応するテクセルを並びかえることを特徴とする画像生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像生成方法及びこれを用いた画像生成装置に関する。特に、ポリゴンデータ等のオブジェクトデータの詳細度LOD (Level Of Detail) 値を考慮して、テクスチャカラーを求める方法及びこれを用いた画像生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図1は、コンピュータグラフィック技術においてテクスチャの張り付けを説明する図である。図1Aは、(sx, sy)座標系のスクリーン空間を示し、スク

リーン上に表示されるオブジェクトとしてのポリゴンPGに対応して、テクスチャメモリから読み出されるテクスチャがピクセル単位に張り付けられた様子を示している。図1Aにおいて、ポリゴンPGのx点は(s_x , s_y)座標系にあるポリゴンPGを構成する一つのピクセルを示す。

【0003】

図1Bは、テクスチャメモリの(u , v)座標系のテクスチャ空間を示している。ポリゴンデータに含まれる、テクスチャメモリの空間アドレスにアクセスしてピクセルに対応するテクスチャが読み出される。図1Bにおいて、X点はスクリーン上のポリゴンPGのx点に対応するテクスチャメモリの空間アドレス(t_u , t_v)のテクセルである。

【0004】

この時、テクスチャメモリの空間アドレス(t_u , t_v)で特定される1テクセルのテクスチャカラーをそのまま、ポリゴンに張り付ける場合は、スクリーン面に並行な方向にポリゴンが移動する際、テクスチャカラーの変化が大きく、滑らかな画像表示を得ることが困難である。

【0005】

これを防ぐために、ポリゴンに張り付けるべきテクスチャカラーを求める技術としてバイリニアフィルタリングが知られている(例えば、特許出願公告平7-40171号公報)。

【0006】

図2は、このバイリニアフィルタリングを説明する図である。図2において、テクスチャメモリにおけるテクセルa~fが示され、ポリゴンの移動によりテクセルbに対応するピクセルのテクスチャアドレスが、テクセルeのテクスチャアドレスとなるようにスクリーン面に並行に移動した場合、テクスチャを単にテクセルbからeに更新すると、そのカラー変化が大きく画像表示が滑らかではなくなる。

【0007】

したがって、バイリニアフィルタリングでは、ピクセルを中心に近傍の4点のテクセル、例えば、ピクセル中心PCに対し近傍のテクセルb、c、e、fを含

む 1×1 テクセルの領域 II で重み付け平均化を行なう。この重み付け平均の結果を、求めるテクスチャカラーとする。

【0008】

一方、視点(View Point)からの距離とポリゴン表示の関係を説明する図3において、ポリゴンが図3Aに示すように、視点VPに対し、垂直方向に移動する場合を考える。

【0009】

ポリゴンがz軸方向に、即ち視点VPから遠ざかるほど、図3B, 図3Cに示すように同じポリゴンの表示の大きさは小さく、さらにその表示の詳細度LOD (Level Of Detail) 値は荒くなる。

【0010】

このために、図4に示すようにテクスチャミップマップ(mipmap)構造が用いられる。2のべき乗で大きさの異なる複数のテクスチャミップマップ(mipmap)が用意される。ポリゴンの視点VPからの位置即ち、詳細度LOD値に対応していずれのミップマップを用いるかが選択される。

【0011】

しかし、ポリゴンのz軸方向の移動に伴って単にミップマップを切り替えてテクスチャカラーを求める場合は、ミップマップの切り替わり点でカラー変化が大きくなり、やはり滑らかな画像表示を得ることが困難である。

【0012】

かかる不都合を回避するべく、上記特許出願公告平7-40171号公報に記載される様なトライリニアフィルタリング技術が用いられる。例えば、図3Aに示すように、ポリゴンがz軸方向に α 点から、 β 領域、 γ 点と移動する場合、 α 点では、例えば図4のミップマップMP1が用いられ、 γ 点ではミップマップMP2が用いられる。ここで、図3Aにおいて、 α 点から γ 点に移動する場合に、二つのミップマップで対応すると、テクスチャカラー変化が大きくなる。

【0013】

したがって、中間に β 領域を設け、この β 領域区間でテクスチャカラーを求める際は、図4に示すように α 点に対応するミップマップMP1と γ 点に対応する

ミップマップMP 2のそれぞれから求められるテクスチャカラーで補間するようにしている。

【0014】

この時、ミップマップMP 1から求めるテクスチャカラーとミップマップMP 2から求めるテクスチャカラーのそれぞれには、図2で説明した様にバイリニアフィルタリングにより求められるテクスチャカラーが用いられる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

上記したように、バイリニア及びトライリニアフィルタリングにより画像表示を滑らかにする技術が知られている。

【0016】

ここで、ポリゴンPGに貼られるテクスチャの詳細度LOD値はピクセルのZ値が大きいほど大きくなる。そして、ポリゴンにテクスチャを貼り付ける場合、図3において説明した様に、テクスチャカラーの大きな変化即ち、エイリアジング(aliasing)が発生しない様にテクスチャはミップマップ構造で与えられ、ポリゴンの詳細度LOD値に対応するテクスチャミップマップが参照される。

【0017】

そして、バイリニアフィルタリングにおいて、詳細度LOD値によって選ばれるテクスチャミップマップが切り替わる部分でテクスチャが不連続になる。したがって、トライリニアフィルタリングではこの欠点を修正するべく、更に詳細度LOD値に従って、それぞれバイリニアフィルタリングが行なわれた連続する2つのレベルのテクスチャミップマップから2つのテクスチャカラーを求め、これらの補間を行なう。

【0018】

そして、この補間結果を最終的なテクスチャカラーとすることで、テクスチャマップが切り替わる時に生じるテクスチャの不連続を修正している。

【0019】

しかし、上記トライリニアフィルタリングを実装した場合は、画像及びパフォーマンスの点で以下のような問題がある。

【0020】

トライリニアフィルタリングは、異なるLODレベルの2つのテクスチャマップからテクスチャカラーを生成する構成のため、低周波成分の色情報が余分にテクスチャカラーに混じる。これにより、フィルタリング後のテクスチャの画像はボケ気味になる。

【0021】

また、図4で示したようなミップマップ構造をメモリ上に格納し、異なる2つのミップマップからテクセルを参照するトライリニアフィルタリングでは必ず、メモリに対して2回のランダムアクセスが発生する。したがって、理論上はバイリニアフィルタリングに対し、 $1/2$ のパフォーマンスとなる。実際は更に効率は悪く、 $1/2$ 以下である。

【0022】

さらに、図2に示すようにバイリニアフィルタリングにおいて、ピクセル中心PCの近傍のテクセルの重み平均を取る領域の大きさ(1×1)は固定である。

【0023】

したがって、テクスチャの貼られるポリゴンPGが図5に示すように、スクリーンSCに対し傾斜した場合を考える。すなわち、視点VPから奥行き方向(z軸方向)にポリゴンが傾斜し、傾斜方向に長い場合を考える。

【0024】

かかる場合、上記のバイリニアフィルタリング及び、トライリニアフィルタリングでは、領域の大きさが固定であるために、本来混ざるべきでないテクセルのカラー情報が余分に混ざる。これにより、フィルタリング後のテクスチャの画像はボケ気味になるという問題を有している。

【0025】

したがって、本発明の目的は、z軸方向にポリゴンが傾斜し、傾斜方向に長い場合のポリゴンに対しても、ボケの少ない美しいフィルタリング結果を得ることが出来る画像生成方法及びこれを用いた画像生成装置を提供することにある。

【0026】

【課題を解決するための手段】

上記の本発明の課題を達成する画像生成方法及びこれを用いた画像生成装置の基本概念は、少なくともスクリーンに対する縦方向及び横方向の2次元のLOD (Level Of Detail) 値を用いて、フィルタリング領域を適切な大きさに変形させる様にする。これにより、本来望ましくないテクセルのカラーが混入することを防いでいる。

【 0 0 2 7 】

かかる本発明の概念を適用する好ましい態様は、オブジェクトデータからピクセル単位にテクスチャ座標及び詳細度LOD (Level Of Detail) 値を演算し、前記詳細度LOD値に基づき、テクスチャメモリから読み出されるテクセルのフィルタリング領域を決定し、テクスチャ座標及び決定されたフィルタリング領域の大きさに応じた重み付け平均を求め、前記オブジェクトに貼りつけるテクスチャカラーを生成することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

さらに好ましい態様は、前記テクスチャメモリから読み出されるテクセルは、前記演算されたテクスチャ座標及び詳細度LOD値に基づき決定されることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

また、好ましい態様として前記テクセルのフィルタリングを行なう領域の決定は、2次元以上の前記詳細度LOD値を用いて行なわれることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

さらに好ましい態様として、前記テクセルのフィルタリングを行なう領域を決定する過程で、所定のパラメータ (LOD値にオフセットを与えるパラメータlod_offset値) で前記詳細度LOD値を修正することを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

さらに好ましい態様は、前記フィルタリングを行う領域を決定する過程で、前記詳細度LOD値の複数の値をいずれかに統一するか否かを選択するパラメータlod_clipに従って、前記詳細度LOD値を、前記複数のマップデータの選択の仕方を特定するパラメータmipmap_select_modeに対応していずれかに統一できることを特徴とする。

【0032】

また好ましい態様は、前記フィルタリング領域を決定する過程で、前記詳細度LOD値とマップデータの選択の仕方を特定するパラメータmipmap_select_modeに従って、テクスチャメモリに格納される複数のマップデータのうちの一つを選択することを特徴とする。

【0033】

さらに好ましい態様は、前記フィルタリング領域を決定する過程で、所定のフラグ（フィルタリングモード）に従ってテクスチャカラーを求めるために必要なテクセルの数を決定することを特徴とする。

【0034】

さらにまた好ましい態様として、前記重み付け平均を求める過程は、前記テクスチャ座標と前記フィルタリング領域から前記フィルタリング領域における混合率と判別フラグを求め、判別フラグにより、前記テクスチャメモリから読み出されるテクセルのうち重み付け平均を求める対象から除外するテクセルを判定し、前記混合率に従って対象のテクセルの重み付け平均を求めることを特徴とする。

【0035】

また、好ましい態様として、前記フィルタリング領域の決定は、所定のパラメータで前記詳細度LOD値を修正し、且ついくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグに基づき、最終的なフィルタリング領域を決定し、且ついくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグに基づき、最終的なフィルタリング領域を決定し、且つ前記いくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグにより4つのテクセルとするモードを選択する場合、前記判別フラグは、9つのテクセルの中心にあるテクセルを4分割した領域のいずれに、前記フィルタリング領域の中心点があるかに対応して定められることを特徴とする。

【0036】

さらに、好ましい態様として前記フィルタリング領域の決定は、所定のパラメータで前記詳細度LOD値を修正し、且ついくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグに基づき、最終的なフィルタリング領域を決定し、且つ前記いくつかのテクセルでテクスチャカラーを求めるかのフラグにより9つのテクセル

とするモードを選択する場合、前記混合率と判別フラグは、前記フィルタリング領域の中心を通る線で該 9 つのテクセルが 4 分割され、前記フィルタリング領域の左上の頂点を含む前記 4 分割された領域と、前記フィルタリング領域の右上の頂点を含む前記 4 分割された領域と、前記フィルタリング領域の左下の頂点を含む前記 4 分割された領域及び、前記フィルタリング領域の右下の頂点を含む前記 4 分割された領域の夫々に対応して示されることを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

さらなる本発明の特徴は、以下の発明の実施の形態の説明から明らかになる。

【 0 0 3 8 】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態を図面に従い説明する。なお、図において、同一又は類似のものには同一の参照番号又は参照記号を付して説明する。

【 0 0 3 9 】

図 6 は、本発明が適用される一般的なコンピュータグラフィックによる画像表示装置の構成例ブロック図である。

【 0 0 4 0 】

CPU 1 により画像を生成するプログラムを制御する。ワークメモリ 2 には、CPU 1 で使用するプログラムやデータ及び、ディスプレイリストを格納する。

【 0 0 4 1 】

ジオメトリ演算回路 3 は、CPU 1 の制御の下に、ワークメモリ 2 から図 7 に一例として示す、ワールド座標の 3 次元オブジェクトデータとしてのポリゴンデータ（以下単にポリゴンデータという）が読み出されて入力される。次いで、図 8 に示すように、視点を原点とする視点座標系のデータに透視変換を行なう。

【 0 0 4 2 】

ジオメトリ演算回路 3 で処理されたポリゴンデータは、レンダラー 4 に導かれる。レンダラー 4 において、ポリゴン単位のデータをピクセル単位のデータに変換する。

【 0 0 4 3 】

ピクセル単位のデータは、次にテクスチャ生成回路 5 に入力され、ここで、テ

クスチャ R A M 6 に格納されるテクスチャデータに基づき、ピクセル単位にテクスチャカラーを生成する。

【 0 0 4 4 】

照光処理回路 7 は、テクスチャ生成回路 5 により生成されたテクスチャカラーが貼りつけられたポリゴンに対し、ピクセル単位に法線ベクトル等に従って陰影付けを行なう。

【 0 0 4 5 】

表示回路 8 は、照光処理回路 7 からの画像データをフレームバッファ 9 に書き込み、又、繰り返し読出し制御して図示しないモニターに画像表示する制御を実行する。

【 0 0 4 6 】

かかる画像表示装置において、本発明が実現され、特徴を有する部位は、特にレンダラー 4 とテクスチャ生成回路 5 にある。

【 0 0 4 7 】

図 9 は、本発明の実現されるレンダラー 4 とテクスチャ生成回路 5 の主要部の実施例構成を示すブロック図である。図 1 0 は、図 9 に対応し、テクスチャ生成回路 5 の動作を中心として示される動作フロー図である。

【 0 0 4 8 】

レンダラー 4 は、ジオメトリ演算回路 3 において、ワールド座標のポリゴンデータ（図 7）から、視点を原点として透視変換された 3 次元座標ポリゴンデータ（図 8）を入力する。

【 0 0 4 9 】

ポリゴンデータは、図 7 に示すように頂点データとしてポリゴンの頂点 A, B, C 毎に、その 3 次元座標、テクスチャ座標、法線ベクトル等を有する。

【 0 0 5 0 】

頂点データの例として、頂点 A, B, C に、特に本発明に関連するそれぞれの三次元座標 ($x_A \sim C$, $y_A \sim C$, $z_A \sim C$) 及び、テクスチャ座標 ($t u_A \sim C$, $t v_A \sim C$) が示されている。

【 0 0 5 1 】

レンダラー4において、この頂点データを順次補間してピクセル単位にポリゴンのテクスチャ座標 (tu, tv) を演算する。またピクセル単位に、ポリゴンの詳細度LOD値をu, v方向について求める。

【0052】

ここで、u, v方向のポリゴンの詳細度LOD値 (lu, lv) は、次のように求められる。

【0053】

図8において、(sx, sy) はスクリーン座標である。図11Aは、このスクリーン座標のピクセルがテクスチャ座標系 (u, v) において、テクスチャ座標 (tu, tv) に対応するものとして示している。

【0054】

そして、このテクスチャ座標 (tu, tv) のu方向の変化量 (lu) と、v方向の変化量 (lv) が求める詳細度LOD値 (lu, lv) となる。すなわち、スクリーン座標 (sx, sy) に対するテクスチャ座標の変化量が求められる。

【0055】

これを図11Bを参照して説明すると、図11Bは、テクスチャ座標 (tu, tv) のu方向の変化量luを、スクリーン座標のsx方向の変化量

【数1】

$$\frac{\partial(tu)}{\partial sx}$$

とsy方向の変化量

【数2】

$$\frac{\partial(tu)}{\partial sy}$$

で表している。

【0056】

一方、テクスチャ座標 (tu, tv) のv方向の変化量lvは、図11Cに示すよう

に、スクリーン座標の s_x 方向の変化量

【数 3】

$$\frac{\partial(tv)}{\partial s_x}$$

と s_y 方向の変化量

【数 4】

$$\frac{\partial(tv)}{\partial s_y}$$

で表している。

【0057】

さらに、実施例として、テクスチャ座標 (tu, tv) の u 方向の変化量 lu を

【数 5】

$$\left\{ \frac{\partial(tu)}{\partial s_x}, \frac{\partial(tu)}{\partial s_y} \right\}$$

のうち大きい方を選択して用いる。

【0058】

同様にテクスチャ座標 (tu, tv) の v 方向の変化量 lv は、

【数 6】

$$\left\{ \frac{\partial(tv)}{\partial s_x}, \frac{\partial(tv)}{\partial s_y} \right\}$$

のうち大きい方を選択している。ミップマップが 2 のべき乗の大きさに構成されていることから \log_2 で表し、詳細度 LOD 値 (lu , lv) としている。

【0059】

なお、これらは、実施例として反対に、小さい方を選択する様にも可

能である。

【0060】

このようにして求められたピクセル単位の詳細度LOD値 (l_u, l_v) とテクスチャ座標値 (t_u, t_v) とともにテクスチャ生成回路5に入力される。

【0061】

詳細度LOD値 (l_u, l_v) は、テクスチャ生成回路5のLOD演算器501に入力され、ここで、ユーザ指定のパラメータによって微調整される。後の説明で理解される様に、詳細度LOD値 (l_u, l_v) が最終的なテクスチャフィルタリング領域 ($d_l u, d_l v$) の大きさに影響を及ぼすことからユーザによってテクスチャのヘッダ情報中に前もってセットしておくことにより、詳細度LOD値の微調整を可能としている (ステップS1)。

【0062】

LOD演算器501には、従ってユーザの微調整を意図するユーザパラメータ (u_p) が入力される。例えば入力されるパラメータとして、以下の様なパラメータが存在する。

【0063】

lod_offset:

入力された詳細度LOD値 (l_u, l_v) にオフセット値 (lod_offset) を加算する。 lod_offset は負の値も取ることができる。

【0064】

mipmap_select_mode:

詳細度LOD値 (l_u, l_v) の2つの値のうち大きい方の値でミップマップを選択するか、小さい方の値でミップマップを選択するかを選ぶ。このモード選択の仕方によってフィルタリング領域 ($d_l u, d_l v$) が変わる。

【0065】

lod_clip:

上記ミップマップ選択モードのパラメータ $mipmap_select_mode$ に従い詳細度LOD値 (l_u, l_v) のクリッピングを規定するパラメータであり、詳細度LOD値の複数の値 (ここでは、 l_u, l_v の2つの値) をいずれかに統一するか否かを選択

するパラメータである。

【0066】

すなわち、lod_clip:

詳細度LOD値の複数の値をいずれかに統一する選択である場合で、mipmap_select_modeが詳細度LOD値(lu,lv)の2つの値のうち大きい方の値でミップマップを選択するモードの場合、(lu,lv)の値のうち大きい方の値に小さい方の値を合わせる。逆にmipmap_select_modeが小さい方の値でミップマップを選択するモードの場合、(lu,lv)の値のうち小さい方の値に大きい方の値を合わせる。いずれの場合もフィルタリング領域は等方的になる。

【0067】

ここで、詳細度LOD値(lu,lv)によるミップマップ選択の具体例を図12により説明する。ミップマップの大きさは、2のべき乗で縮小する。したがって、先に示したように、詳細度LOD値(lu,lv)は \log_2 で表される。

【0068】

今、lu=2.15, lv=0.27, mipmap_select_mode=largeとすると、lu、lvのそれぞれ1位の数字2、0は、図12のミップマップ2と0を示す。さらに、小数点以下の数字15、27は、対応のミップマップにおけるフィルタリング領域の大きさを示している。

【0069】

本発明の実施例では、詳細度レベルの大きいミップマップが選択される。すなわち、上記例ではlv=2.15に対応するミップマップ2が選択される。

【0070】

以上説明したパラメータを用いて、LOD演算器501では詳細度LOD値(lu,lv)を修正する。さらにLOD演算器501には、filtering_modeパラメータ(fm)が入力される。

【0071】

このパラメータは何個のテクセルを用いてテクスチャカラー(tr,tg,tb,ta:RGB及び透明度等の α 値を含む)を求めるかを決定するフラグであり、以下のような選択ができる。

ケース 1 …… 1 つのテクセルからテクスチャカラーを求める。

ケース 2 …… 4 つのテクセルからテクスチャカラーを求める。

ケース 3 …… 9 つのテクセルからテクスチャカラーを求める。

各モードに応じて、最終的なフィルタリング領域 (dlu,dlv) を決定する。

【 0 0 7 2 】

ここで、上記ケース 1 の場合は、ポイントサンプリングであるので、フィルタリング領域 (dlu,dlv) は意味を成さない。

【 0 0 7 3 】

ケース 2 の場合、フィルタリング領域を 2 × 2 テクセルの領域 (4 点サンプリング) とする場合であり、(dlu,dlv) は 0. 0 ~ 1. 0 の大きさとなる。

【 0 0 7 4 】

ケース 3 の場合は、フィルタリング領域が 3 × 3 テクセルの領域 (9 点サンプリング) とする場合であり、(dlu,dlv) は 0. 0 ~ 1. 9 9 の大きさとなる。

【 0 0 7 5 】

ここで、上記したパラメータとフィルタリング領域との関係を上記詳細度 L O D 値 (lu,lv) = (2.15, 0.27) を例に、次表に整理して示す。

【 0 0 7 6 】

【表 1】

| 4 点サンプリング (fm=case2) | | | | 9 点サンプリング (fm=case3) | | | |
|--|--|---|--|--|--|--|--|
| mipmap_select=large (2 のミップマップ選択) | | mipmap_select=small (0 のミップマップ選択) | | mipmap_select=large (2 のミップマップ選択) | | mipmap_select=small (0 のミップマップ選択) | |
| lod_clip=OFF | lod_clip=ON | lod_clip=OFF | lod_clip=ON | lod_clip=OFF | lod_clip=ON | lod_clip=OFF | lod_clip=ON |
| dlu=1.15 dlv=1.27>>2 ↓ dlu=1.00 dlv=0.3175 (非等方的) | dlu=1.15 dlv=1.15 ↓ dlu=1.00 dlv=1.00 (等方的) | dlu=1.15<<2 dlv=1.27 ↓ dlu=1.00 dlv=1.00 (等方的) | dlu=1.27 dlv=1.27 ↓ dlu=1.00 dlv=1.00 (等方的) | dlu=1.15 dlv=1.27>>2 ↓ dlu=1.15 dlv=0.3175 (非等方的) | dlu=1.15 dlv=1.15 ↓ dlu=1.15 dlv=1.15 (等方的) | dlu=1.15<<2 dlv=1.27 ↓ dlu=1.99 dlv=1.27 (非等方的) | dlu=1.27 dlv=1.27 ↓ dlu=1.27 dlv=1.27 (等方的) |

【 0 0 7 7 】

先に説明したように、上記表において、(lu,lv) の整数部が選択するミップマップの番号を示し、小数部に 1.0 を加算した値がフィルタリングの領域となる。上記例で、lu=2.15 であるので、番号 2 のミップマップを示し、lv=0.27 であるので、番号 0 のミップマップを示す。

【 0 0 7 8 】

さらに表 1 において、mipmap_select_mode=largeの時は、LOD=2 のテクスチャを基準にしてテクスチャマッピングが行なわれる。その際、lod_clip=0N の場合はフィルタリング領域の変更はないが、lod_clip=0F F の場合は、フィルタリング領域の変更が行なわれる。

【 0 0 7 9 】

このために、例えば 4 点サンプリングにおいて、lod_clip=0F F の時、lv=0.27 よりlvについての LOD 値は LOD=0 であるので、基準である LOD=2 に合わせるために、ミップマップの違い（上記例では $2 - 0 = 2$ 段階）分だけ即ち、フィルタリング領域dlv=1.27を 2 ビット右にシフトしている（4 で割算する）。

【 0 0 8 0 】

なお、上記表において、記号「 \gg 」は、2 ビット右シフトを表し、記号「 \ll 」は、2 ビット左シフトを表している。
他の場合においても同様であり、記号「 \gg 」または記号「 \ll 」に示すように、2 ビット右シフトあるいは 2 ビット左シフトして、フィルタリング領域を変形させている。

【 0 0 8 1 】

また、4 点サンプリングでは、1.00 のフィルタリング領域を超えての重み付き平均はできないので、1.00 を超える値の場合は 1.00 にクリップされる。9 点サンプリングの場合は 0.00 ~ 1.99 までの範囲の重み付き平均が可能である。そのため mipmap_select_mode=smallかつ lod_clip=OFF の場合、dlu の値は 1.99 にクリップされる。

【 0 0 8 2 】

図 9 に戻り説明すると、LOD 演算器 5 0 1 の出力は、ブレンド率セットアップ回路 5 0 2 に入力される。ここで、フィルタリング領域(dlu,dlv)とレンダラー 4 からのテクスチャ座標 (tu,tv) を受けて、テクセルを重み付き平均化するための混合率が求められる（ステップ S 2）。

【 0 0 8 3 】

同時に、フィルタリング領域の中心とフィルタリング領域の大きさから領域外のテクセルを判別して重み付き平均の対象から除外する。

【0084】

ここでフィルタリング領域について更に説明する。図13、図14は、上記ケース2の場合であり、4 ($= 2 \times 2$) 個のテクセルからテクスチャカラーを求める場合のフィルタリング領域の例を示す図である。

【0085】

図13の例では、テクスチャ座標(tu, tv)を中心PCとし、テクセルa～dを含む領域がフィルタリング領域Xである。そして、フィルタリング領域の大きさ(d_{lu}, d_{lv})に応じて正方形ではなくなる。

【0086】

図14の例は、テクスチャ座標(tu, tv)を中心PCとし、テクセルb及びdを含む領域がフィルタリング領域Xであり、テクセルa及びcは、テクスチャカラーを求める場合にフィルタリング領域外とされる。

【0087】

図15、図16は、上記ケース3の場合であり、9 ($= 3 \times 3$) 個のテクセルからテクスチャカラーを求める場合のフィルタリング領域の例を示す図である。

【0088】

図15の例では、テクスチャ座標(tu, tv)を中心PCとし、テクセルa～iを含む領域がフィルタリング領域Xである。ここでも、フィルタリング領域(d_{lu}, d_{lv})に応じて正方形ではなくなる。

【0089】

図16の例は、テクスチャ座標(tu, tv)を中心PCとし、テクセルb、c、e、f、h及びiを含む領域がフィルタリング領域Xであり、テクセルa、d及びgは、テクスチャカラーを求める場合のフィルタリング領域外とされる。

【0090】

ブレンド率セットアップ回路502の出力は、判別フラグ($cu0, cv0$)～($cu1, cv1$)と混合率($bu0, bv0$)～($bu1, bv1$)からなる。

【0091】

実施例として、判別フラグ (cu0,cv0) ~ (cu1,cv1) は各 1 ビットの状態を示すフラグであり、混合率 (bu0,bv0) ~ (bu1,bv1) は各 8 ビット値 (2 5 6 階調) である。

【 0 0 9 2 】

ここで、図 1 7 によりケース 2 の場合 (4 テクセルサンプリング) の判別フラグの決め方について説明する。

【 0 0 9 3 】

図 1 7 A に示すようにフィルタリング領域 X (図で破線で囲われた領域) の中心が存在するテクセル e を含む 9 個のテクセルから 4 つのテクセルをテクスチャ RAM 6 から読み出す。

【 0 0 9 4 】

この時、フィルタリング領域の中心がテクセル e 内のどの位置にあるかで、判別フラグ (cu0,cv0) ~ (cu1,cv1) の選択のし方が異なる。

【 0 0 9 5 】

図 1 7 A に示すように、フィルタリングの中心がテクセル e の左上に位置する場合、フィルタリング領域はテクセル a, b, d, e の 4 テクセル中に収まる。このため (cu0,cv0) のフラグを参考にフィルタリング領域に使用するテクセルを判別する。

【 0 0 9 6 】

そして、図 1 7 A に示すように、フィルタリング領域 X の頂点 V がテクセル a にある場合、判別フラグ (cu0,cv0) は (1, 1) で示される。また、頂点 V がテクセル b にある場合は (0, 1) で示され、頂点 V がテクセル d にある場合は (1, 0) で示される。さらに、頂点 V がテクセル e にある場合は (0, 0) で示される。

【 0 0 9 7 】

また、他の判別フラグの組み合わせについても、同様であり、次の例により説明される。

【 0 0 9 8 】

すなわち、フィルタリング領域の中心がテクセル e の右上に存在する場合は、図 1 7 B に示すようにフィルタリング領域がテクセル b, c, e, f の 4 テ

クセル中に収まることになるので、判別フラグは (cu1,cv0) となる。

【 0 0 9 9 】

そして、判別フラグ (cu1, cv0) は、図 1 7 B に示すように、フィルタリング領域 X の頂点 V がテクセル c にある場合 (1, 1) で示され、頂点 V がテクセル b にある場合 (0, 1) で示され、頂点 V がテクセル f にある場合 (1, 0) で示され、頂点 V がテクセル e にある場合 (0, 0) で示される。

【 0 1 0 0 】

同様に、フィルタリング領域の中心がテクセル e の左下に存在する場合は、図 1 7 C に示すようにフィルタリング領域がテクセル d, e, g, h の 4 テクセル中に収まることになるので、判別フラグは (cu0,cv1) となる。

【 0 1 0 1 】

この時、判別フラグ (cu0, cv1) は、図 1 7 C に示されるように、フィルタリング領域 X の頂点 V がテクセル g にある場合 (1, 1) で示され、頂点 V がテクセル h にある場合 (0, 1) で示され、頂点 V がテクセル d にある場合 (1, 0) で示される。頂点 V がテクセル e にある場合 (0, 0) で示される。

【 0 1 0 2 】

また、フィルタリング領域の中心がテクセル e の右下に存在する場合は、図 1 7 D に示すようにフィルタリング領域がテクセル e, f, h, i の 4 テクセル中に収まることになるので、判別フラグは (cu1, cv1) となる。

【 0 1 0 3 】

ここでは、判別フラグ (cu1, cv1) は、図 1 7 D に示すように、フィルタリング領域 X の頂点 V がテクセル i にある場合 (1, 1) で示される。頂点 V がテクセル h にある場合 (0, 1) で示され、頂点 V がテクセル f にある場合 (1, 0) で示され、頂点 V がテクセル e にある場合 (0, 0) で示される。

【 0 1 0 4 】

次に図 1 8 により、ケース 3 の場合即ち、9 (= 3 × 3) 個のテクセルからフィルタリング領域 X を決定する場合を考える。

【 0 1 0 5 】

その中心座標 P C を通る破線で 4 つの領域に分割した時、混合率 (bu0,bv0)

と判別フラグ (cu0, cv0) は、頂点Aを含むフィルタリング領域Xの左上の領域に対応して示される。さらに、混合率 (bu1, bv0) と判別フラグ (cu1, cv0) は、頂点Bを含むフィルタリング領域Xの右上の領域に対応して示され、混合率 (bu0, bv1) と判別フラグ (cu0, cv1) は、頂点Cを含むフィルタリング領域Xの左下の領域に対応して示され、混合率 (bu1, bv1) と判別フラグ (cu1, cv1) は、頂点Dを含むフィルタリング領域Xの右下の領域に対応して示される。

【0106】

そして、各判別フラグの使用方法は、先に図17に基づき説明したケース2の場合と同様である。

【0107】

ここで、フィルタリング領域Xの (dlu, dl v) から混合率 (bu0, bv0)、(bu1, bv1) を求める過程を説明する。図19は、4テクセルサンプリング時の混合率の求め方を説明する図である。

【0108】

図19において、(dtu, dtv) はテクスチャ座標 (tu, tv) の小数部である。
(bu1, bv1) に関して、次のように示される。

$$ddtu = dtu + (dlu/2) - 1.0$$

$$ddtv = dtv + (dlv/2) - 1.0$$

$$bu1 = ddtu/dlu$$

$$bv1 = ddtv/dlv$$

【0109】

さらに、図20により9テクセルサンプリング時の混合率の求め方を説明する。
図20において、(dtu, dtv) はテクスチャ座標 (tu, tv) の小数部である。

(bu0, bv0) に関して、次のように示される。

$$ddtu = dtu$$

$$ddtv = dtv$$

$$bu0 = ddtu / (dlu / 2)$$

$$bv0 = ddtv / (dlv / 2)$$

【0110】

さらに、(bu1,bv1)に関して、次のように示される。

$$\text{ddtu} = \text{dtu} + (\text{dlu}/2) - 1.0$$

$$\text{ddtv} = \text{dtv} + (\text{dlv}/2) - 1.0$$

$$\text{bu1} = \text{ddtu} / (\text{dlu}/2)$$

$$\text{bv1} = \text{ddtv} / (\text{dlv}/2)$$

【0111】

図9に戻ると、レンダラー4の出力のうちテクスチャ座標(tu,tv)は、アドレス生成回路503に入力される。また、LOD演算器501からは微調整された詳細度LOD値が入力される。

【0112】

ここで、テクスチャ座標(tu,tv)及び、微調整された詳細度LOD値を基に、テクスチャRAM6の実アドレスを生成する(ステップS3)。これにより生成されたテクスチャRAM6の実アドレスは、テクスチャRAM6に送られ、テクスチャ座標(tu,tv)を中心とする9つの対応のテクセルを読み出すためのアクセスが可能である。

【0113】

さらに、アドレス生成回路503により生成されたアドレスは、テクセルサンプル回路504に送られる。テクセルサンプル回路504、テクスチャRAM6から読み出されたアドレスを中心とするケース1～3に対応する所定範囲にあるテクセル(ケース1では1のサンプル、ケース2では4つサンプル、ケース3では9つのテクセルサンプル)を取得する(ステップS4)。

【0114】

上記の様に、ブレンド率セットアップ回路502からの出力(混合率と判別フラグ)及び、テクセルサンプル回路504の出力は、4組のテクセルセットアップ回路505(1)～(4)に入力する。ここで、テクセルのセットアップが行なわれる(ステップS5)。

【0115】

テクセルセットアップ回路505(1)～(4)は、セクタ回路で構成され、テクセルセットアップ回路505(1)～(4)は、ブレンド率セットアップ

回路502から混合率(bu0,bv0)～(bu1,bv1)と判別フラグ(cu0,cv0)～(cu1,cv1)を受け取り、テクセルサンプル回路504から1～9個のテクセルを受け取る。この時点では、テクセルはメモリに格納されていた順に並んでいる。

【0116】

そして、上記したfiltering_modeに応じて1, 4, 9個のテクセルに並び替える。すなわち、filtering_modeがケース2の場合は、図13, 図14に示すように4個のテクセルを並べる。filtering_modeがケース3の場合は、図15, 図16に示すように9個のテクセルを並べる。

【0117】

さらに、判別フラグ(cu0,cv0)～(cu1,cv1)に基づき不必要なテクセルは除外する。すなわち、図14の例では、テクセルa, テクセルcを除外する。図16の例では、テクセルa, テクセルd, テクセルgを除外する。

【0118】

4組のテクセルフィルタリング回路506(1)～(4)は、それぞれ4つのテクセルの重み付け平均値を求める(ステップS6)。

【0119】

テクセルフィルタリング回路506(1)～(4)は、補間器で構成可能である。

【0120】

Filtering_modeがケース2の場合、4つのテクセルからテクスチャカラーを生成するので、テクセルフィルタリング回路506は、1つあれば良い。テクセルフィルタリング回路506(1)を用いる場合、図15により説明した如くであるから、テクセルセットアップ回路505(1)から混合率(bu0,bv0)とテクセルa～dがテクセルフィルタリング回路506(1)に入力される。

【0121】

したがって、テクセルフィルタリング回路506(1)では、混合率(bu0,bv0)に従って、テクセルa～dの重み付け平均値を求め、出力する。

【0122】

一方、Filtering_modeがケース3の場合、9テクセルからテクスチャカラーを

生成する。この時、図 1 8 において説明した様に 4 つの領域に分割し、それぞれの重み付け平均値をテクセルフィルタリング回路 5 0 6 (1) ~ (4) により求める。

【 0 1 2 3 】

すなわち、テクセルフィルタリング回路 5 0 6 (1) には、混合率(bu0,bv0)とテクセル a , b , d , e が入力され、混合率(bu0,bv0)に従って 4 つのテクセル a , b , d , e の重み付き平均値を求める。

【 0 1 2 4 】

テクセルフィルタリング回路 5 0 6 (2) には、混合率(bu1,bv0)とテクセル b , c , e , f が入力され、混合率(bu1,bv0)に従って 4 つのテクセル b , c , e , f の重み付き平均値を求める。

【 0 1 2 5 】

さらに、テクセルフィルタリング回路 5 0 6 (3) には、混合率(bu0,bv1)とテクセル d , e , g , h が入力され、混合率(bu0,bv1)に従って 4 テクセル d , e , g , h の重み付き平均値を求める。

【 0 1 2 6 】

また、テクセルフィルタリング回路 5 0 6 (4) には、混合率(bu1,bv 1)に従って、4 つのテクセル e , f , h , i の重み付き平均値を求める。

【 0 1 2 7 】

このように、それぞれの領域について計算された 4 つの重み付き平均値を出力する。

【 0 1 2 8 】

次いで、テクセル平均化回路 5 0 7 は、前記テクセルフィルタリング回路 5 0 6 (1) ~ (4) から出力される 4 つの重み付き平均値を受け取る。

【 0 1 2 9 】

Filtering_mode がケース 2 の場合、テクセルフィルタリング回路 5 0 6 (1) の重み付き平均値を、RGB 成分と透明度等を表す α 成分よりなるテクスチャカラー (tr , tg , tb , ta) として出力する。

【 0 1 3 0 】

一方、Filtering_modeがケース3の場合、テクセルフィルタリング回路506(1)～(4)の4つの重み付き平均値を受け取る。そして4つの値を平均し、その値をテクスチャカラー(tr,tg,tb,ta)として出力する。

【0131】

かかるテクセル機能を実現するフィルタリング回路506(1)～(4)は、4つの重み付き平均値を加算する加算回路と、これを4で割るために2ビットシフトするシフト回路により実現可能である。

【0132】

【発明の効果】

以上図面に従い実施の形態を説明した様に、テクスチャカラーを生成する時に、レンダラーから入力されるスクリーンに対する縦方向及び横方向の2次元の詳細度LOD値からフィルタリング領域を適正な大きさに変えることが可能である。これにより、従来のバイリニアフィルタリングよりも美しい画質を得ることが可能である。

【0133】

また、従来の方法であるトライリニアフィルタリングのように異なるLODレベルの2つのテクスチャマップからテクスチャカラーを生成する構成ではない。したがって、低周波数成分の色情報は余分にテクスチャカラーに混じることがない。これにより、ボケの少ない画質が得られる。

【0134】

さらに、トライリニアフィルタリングのように異なるLODレベルの2つのテクスチャマップからテクセルを参照することがないので、テクスチャRAMへのアクセス回数を半分に抑えることが出来る。

【0135】

さらに、z軸方向にポリゴンが傾斜し、傾斜方向に長い場合のポリゴンに対しても、ボケの少ない美しいフィルタリング結果を得ることが出来る画像生成方法及びこれを用いた画像生成装置が提供可能である。

【0136】

また、演算で求められた詳細度LOD値にユーザが微調整を施すことが可能で

ある。これによりフィルタリング領域をユーザが操作できるようになる。

【 0 1 3 7 】

さらに、上記操作は、本発明の画像処理装置の実行の過程でリアルタイムに行なうことが出来る。

【 0 1 3 8 】

なお、上記発明の実施の形態の説明は、本発明を理解する為のものであって、本発明の保護の範囲はこれらに限定されるものではない。また、特許請求の範囲に記載されたものと均等のものは、本発明の保護の範囲に含まれるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

コンピュータグラフィック技術におけるテクスチャの張り付けを説明する図である。

【図 2】

バイリニアフィルタリングを説明する図である。

【図 3】

視点からの距離とポリゴン表示を説明する図である。

【図 4】

テクスチャミップマップ構造を説明する図である。

【図 5】

テクスチャの貼られるポリゴン P G がスクリーン S C に対し傾斜した場合を説明する図である。

【図 6】

本発明が適用される一般的なコンピュータグラフィックによる画像表示装置の構成例ブロック図である。

【図 7】

ワールド座標の 3 次元オブジェクトデータとしてのポリゴンデータの 1 例を示す図である。

【図 8】

図 7 のポリゴンデータを視点を原点とする視点座標系のデータに透視変換した

図である。

【図 9】

本発明の実現されるレンダラー 4 とテクスチャ生成回路 5 の主要部の実施例構成を示すブロック図である。

【図 1 0】

図 9 に対応し、テクスチャ生成回路 5 の動作を中心として示される動作フロー図である。

【図 1 1】

詳細度 LOD 値の求め方を説明する図である。

【図 1 2】

詳細度 LOD 値によるミップマップ選択の具体例を説明する図である。

【図 1 3】

4 (2×2) 個のテクセルからテクスチャカラーを求める場合のフィルタリング領域の例を示す図 (その 1) である。

【図 1 4】

4 (2×2) 個のテクセルからテクスチャカラーを求める場合のフィルタリング領域の例を示す図 (その 2) である。

【図 1 5】

9 (3×3) 個のテクセルからテクスチャカラーを求める場合のフィルタリング領域の例を示す図 (その 1) である。

【図 1 6】

9 (3×3) 個のテクセルからテクスチャカラーを求める場合のフィルタリング領域の例を示す図 (その 2) である。

【図 1 7】

4 テクセルサンプリングの判別フラグの決め方について説明する図である。

【図 1 8】

9 ($= 3 \times 3$) 個のテクセルからフィルタリング領域 X を決定する場合の判別フラグの決め方について説明する図である。

【図 1 9】

4 テクセルサンプリング時の混合率の求め方を説明する図である。

【図 2 0】

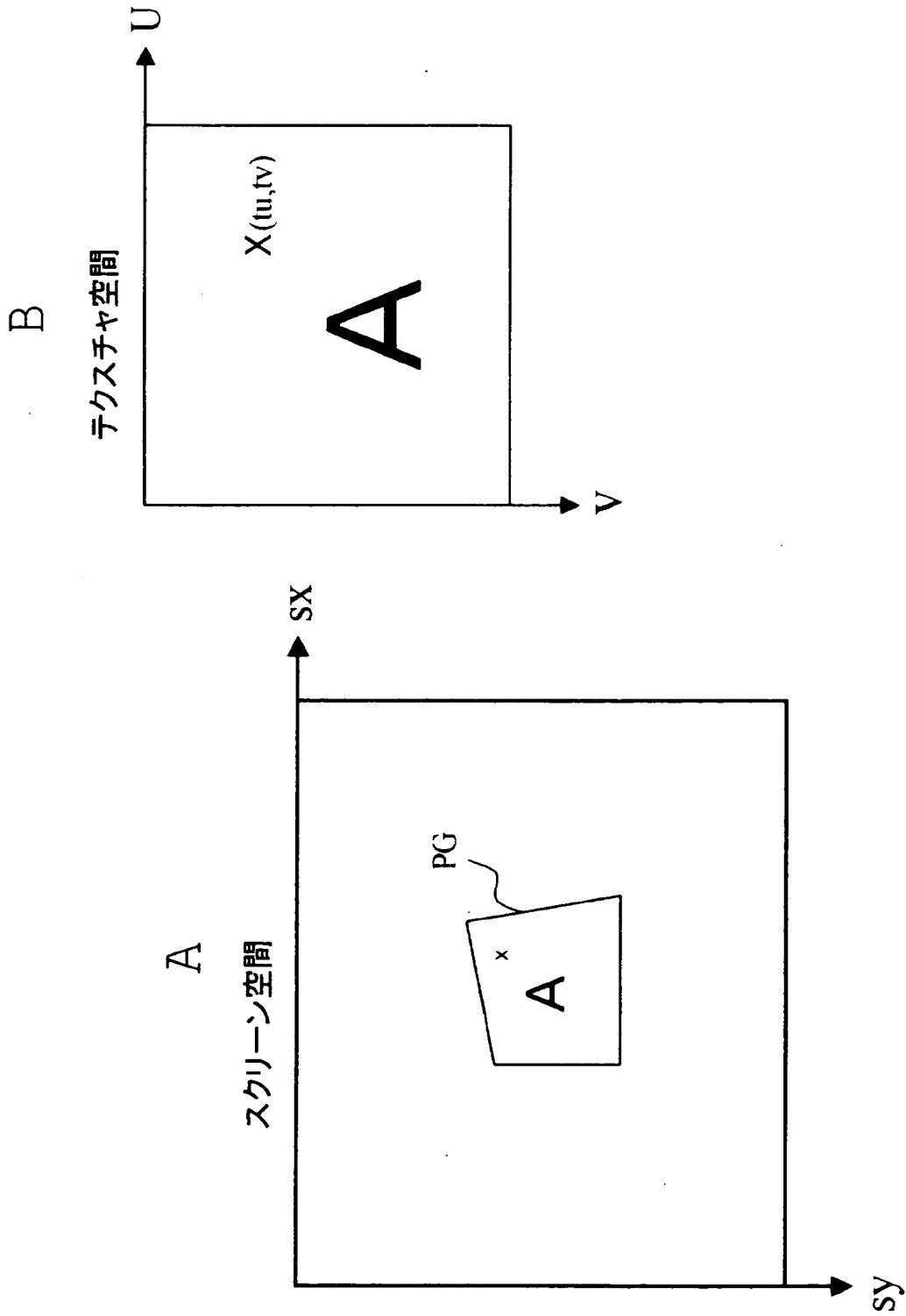
9 テクセルサンプリング時の混合率の求め方を説明する図である。

【符号の説明】

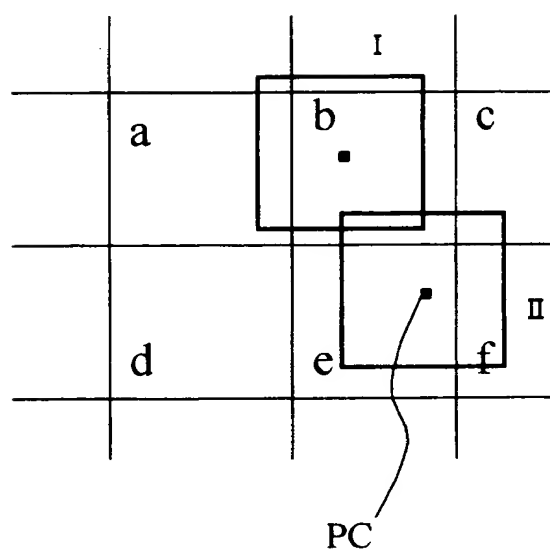
- 1 CPU
- 2 ワーク RAM
- 3 ジオメトリ演算回路
- 4 レンダラー
- 5 テクスチャ生成回路
- 6 テクスチャ RAM
- 7 照光処理回路
- 8 表示回路
- 9 フレームバッファ

【書類名】 図面

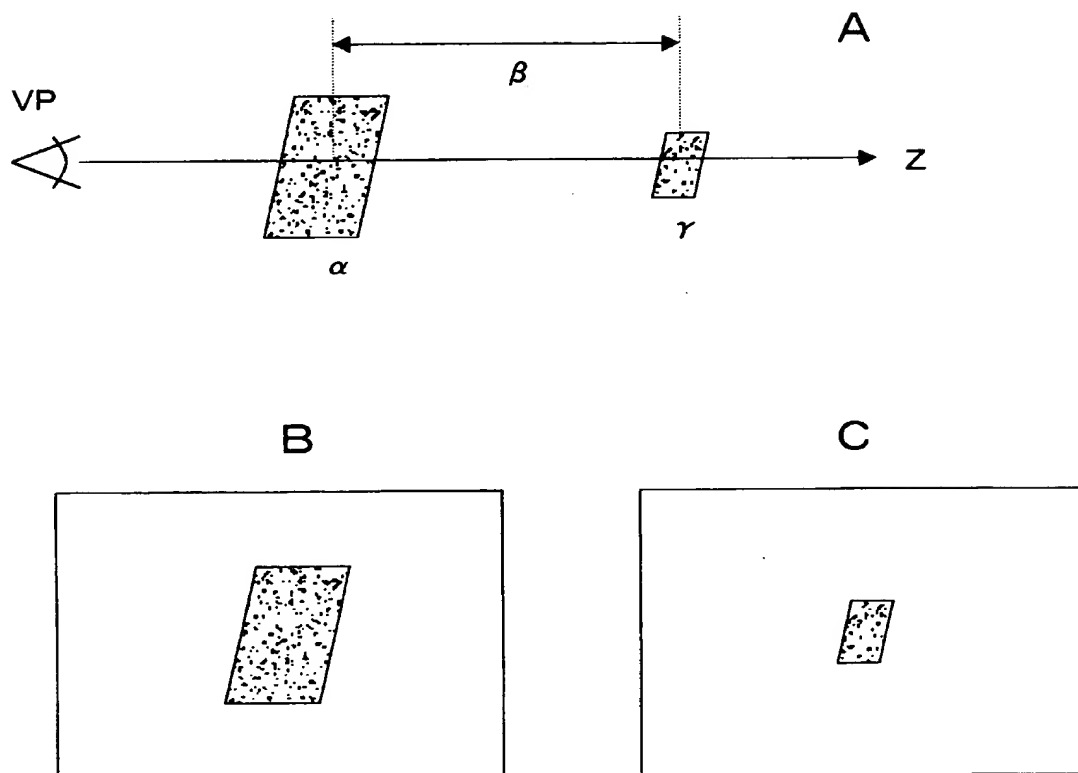
【図 1】



【図 2】

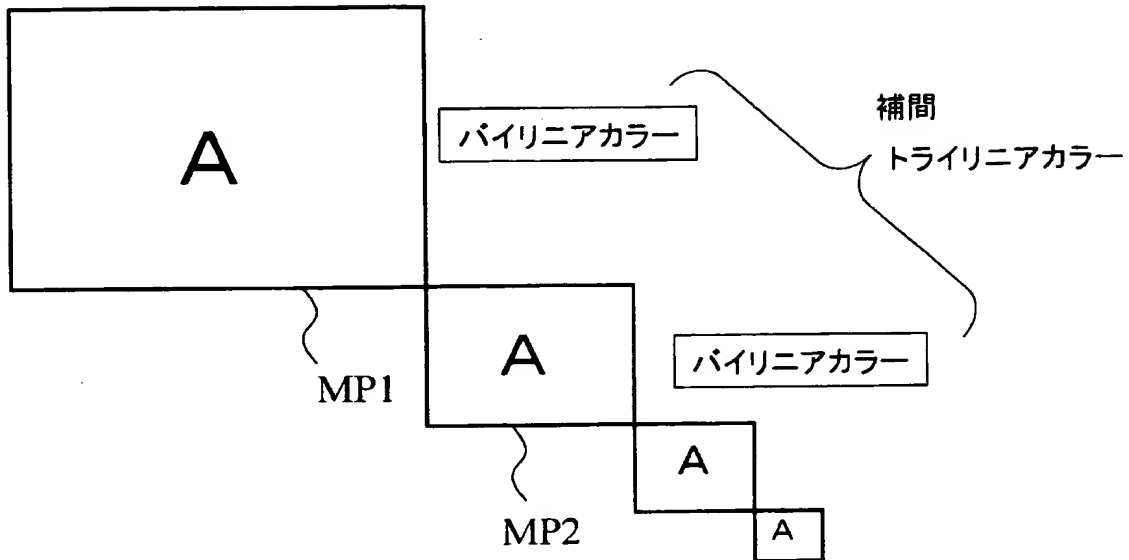


【図 3】

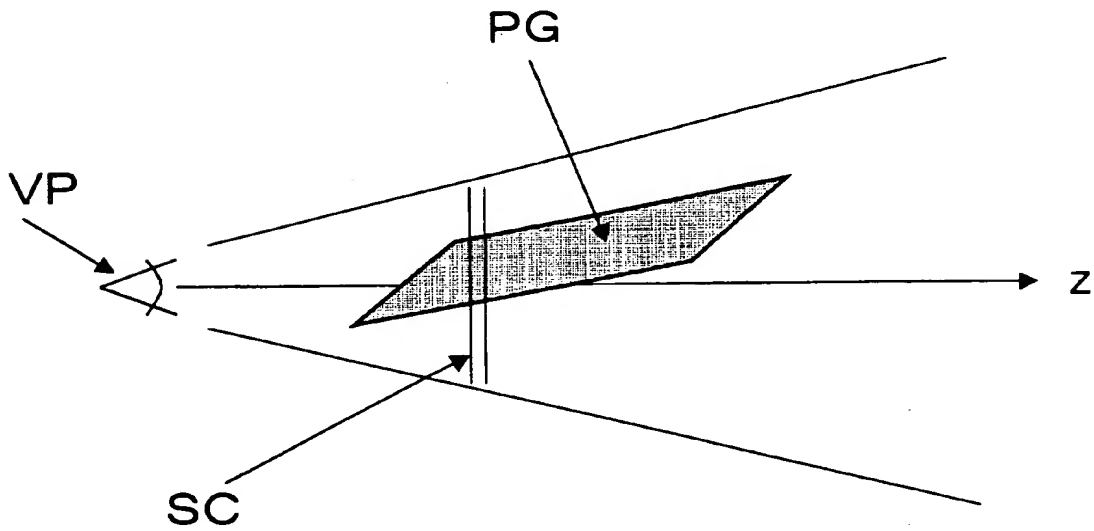


【図 4】

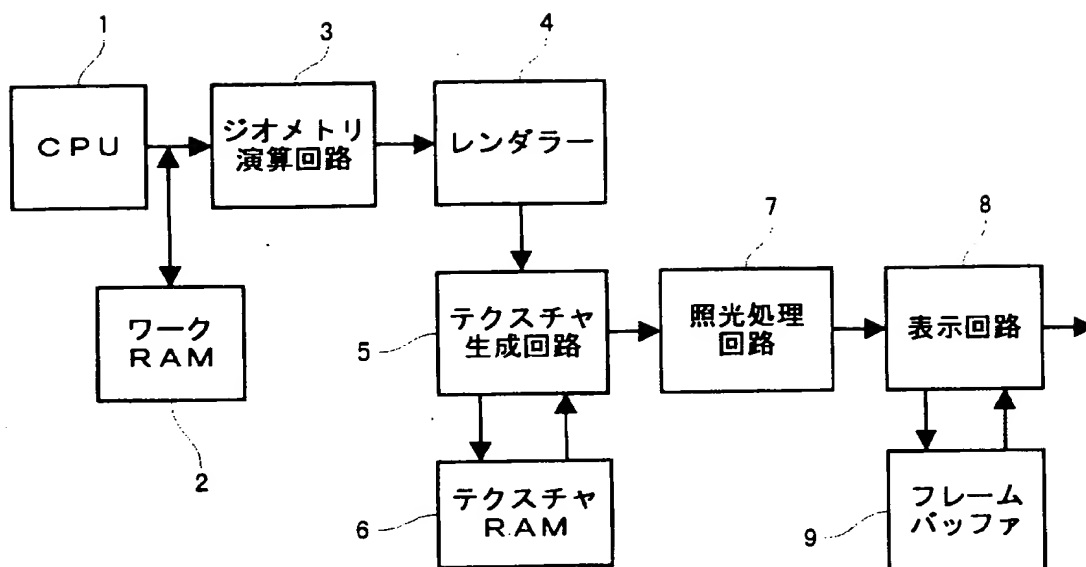
テクスチャミップマップ構造



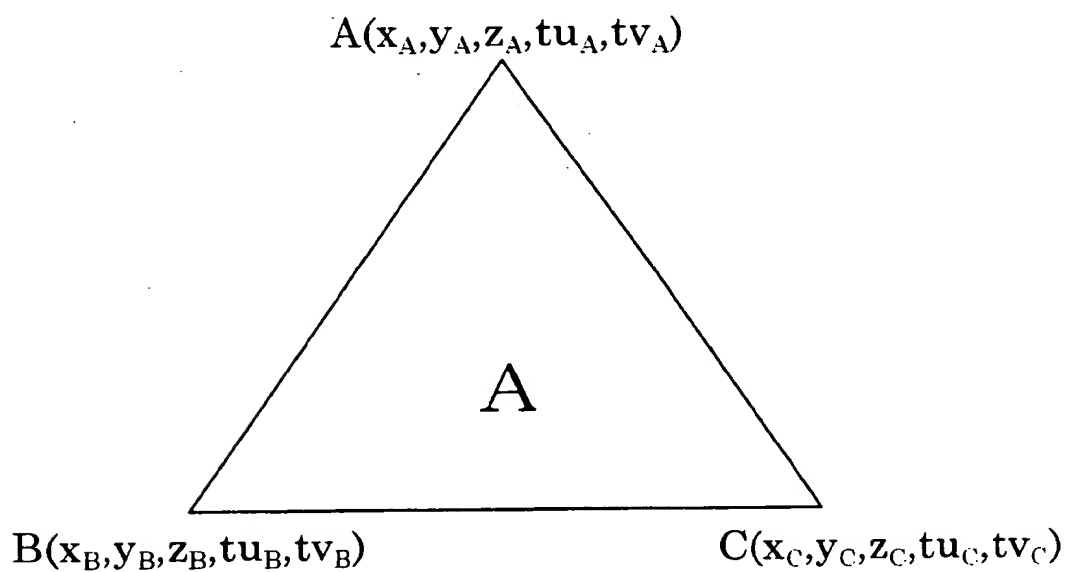
【図 5】



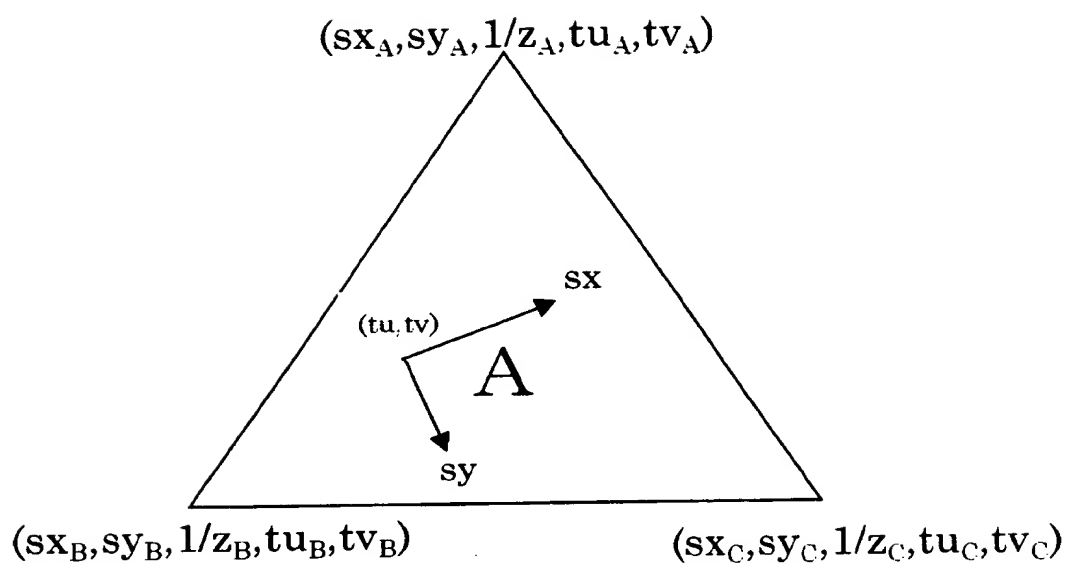
【図 6】



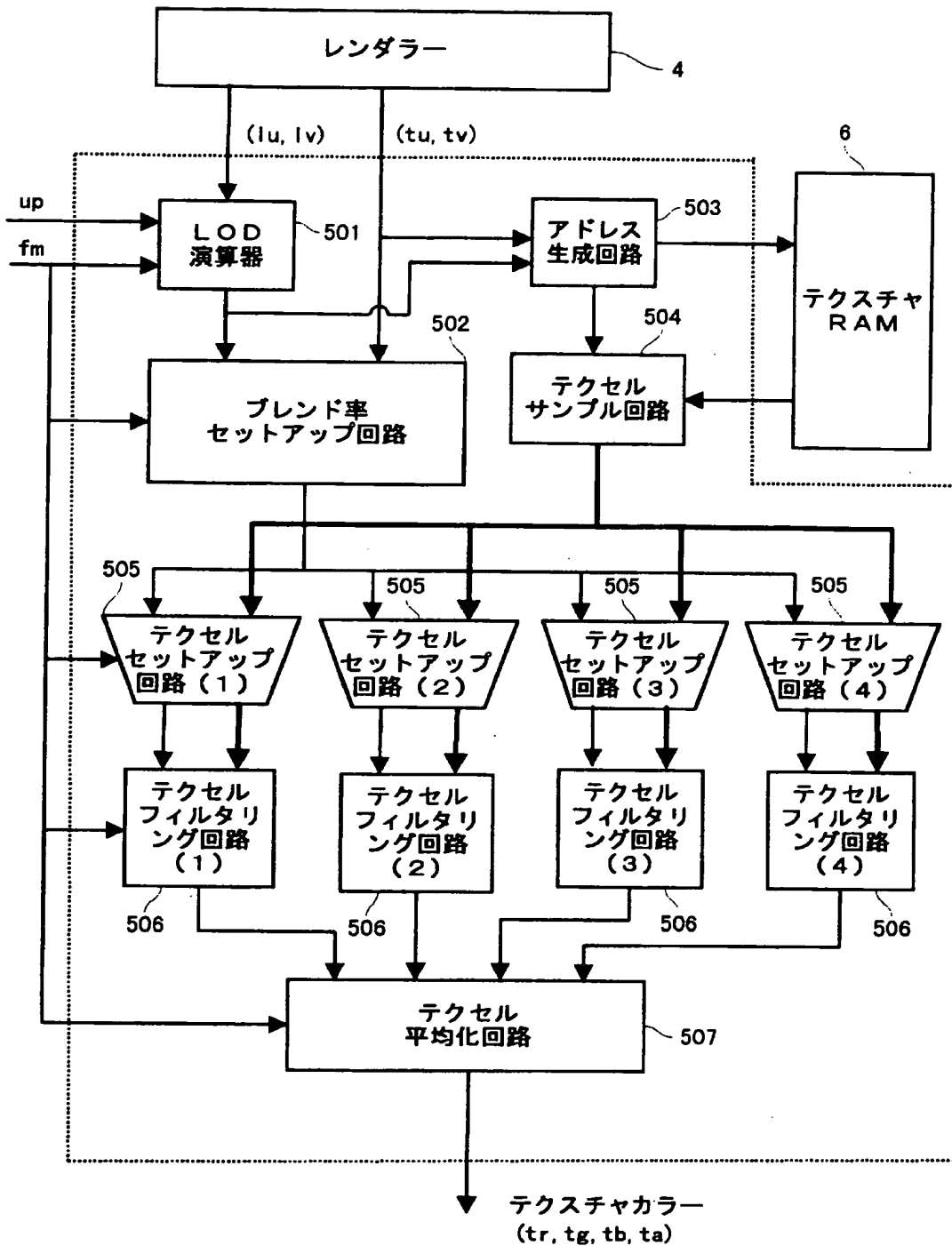
【図 7】



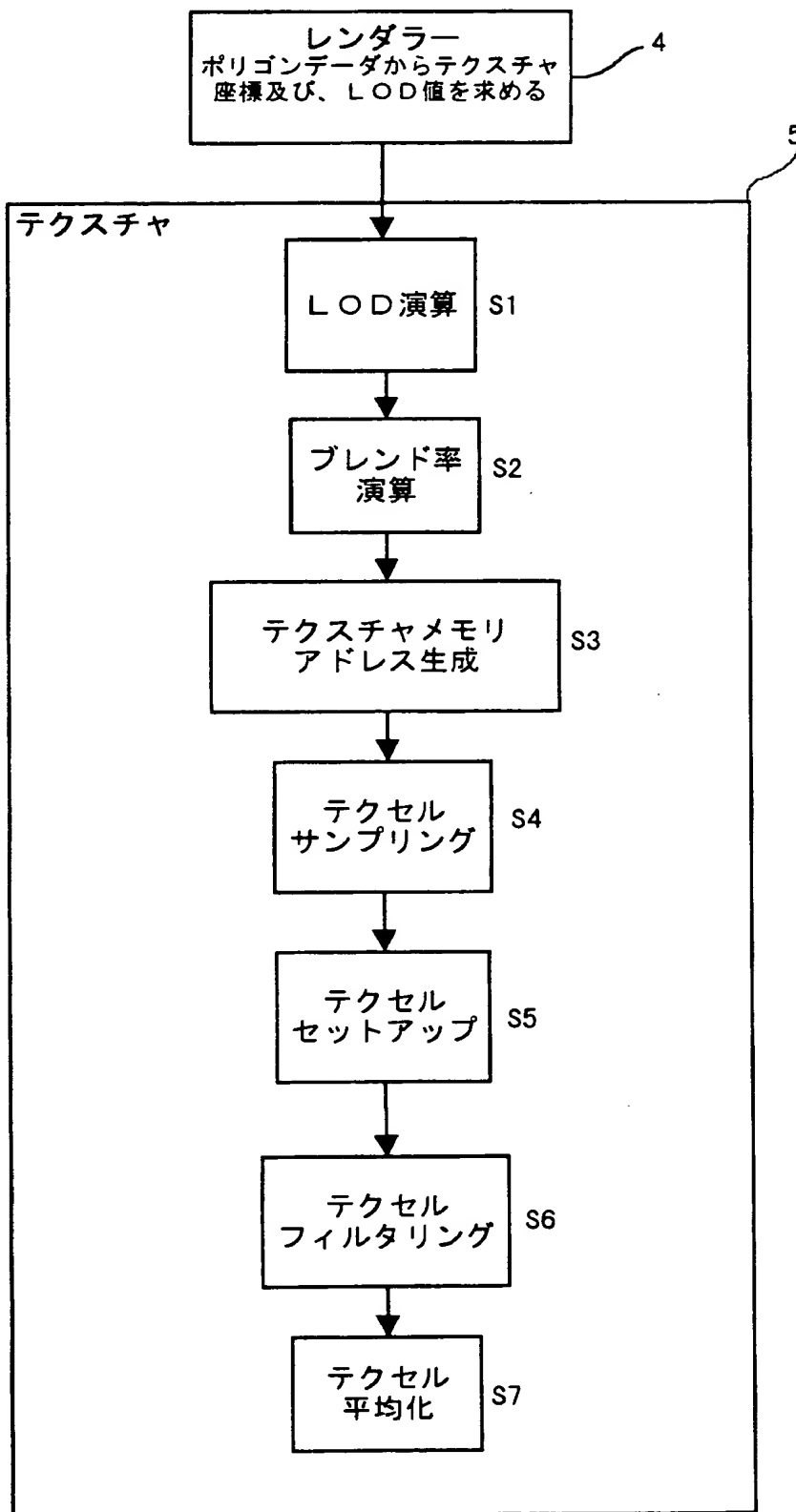
【図 8】



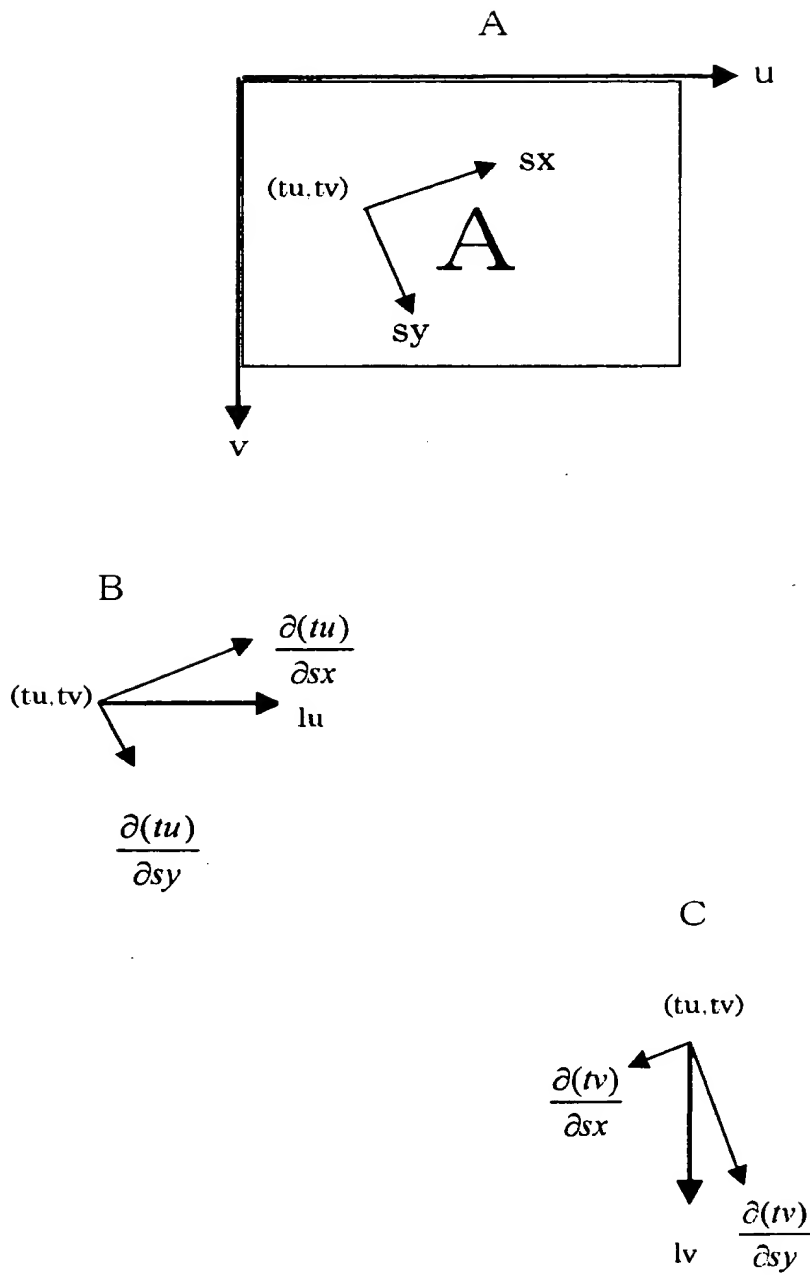
【図 9】



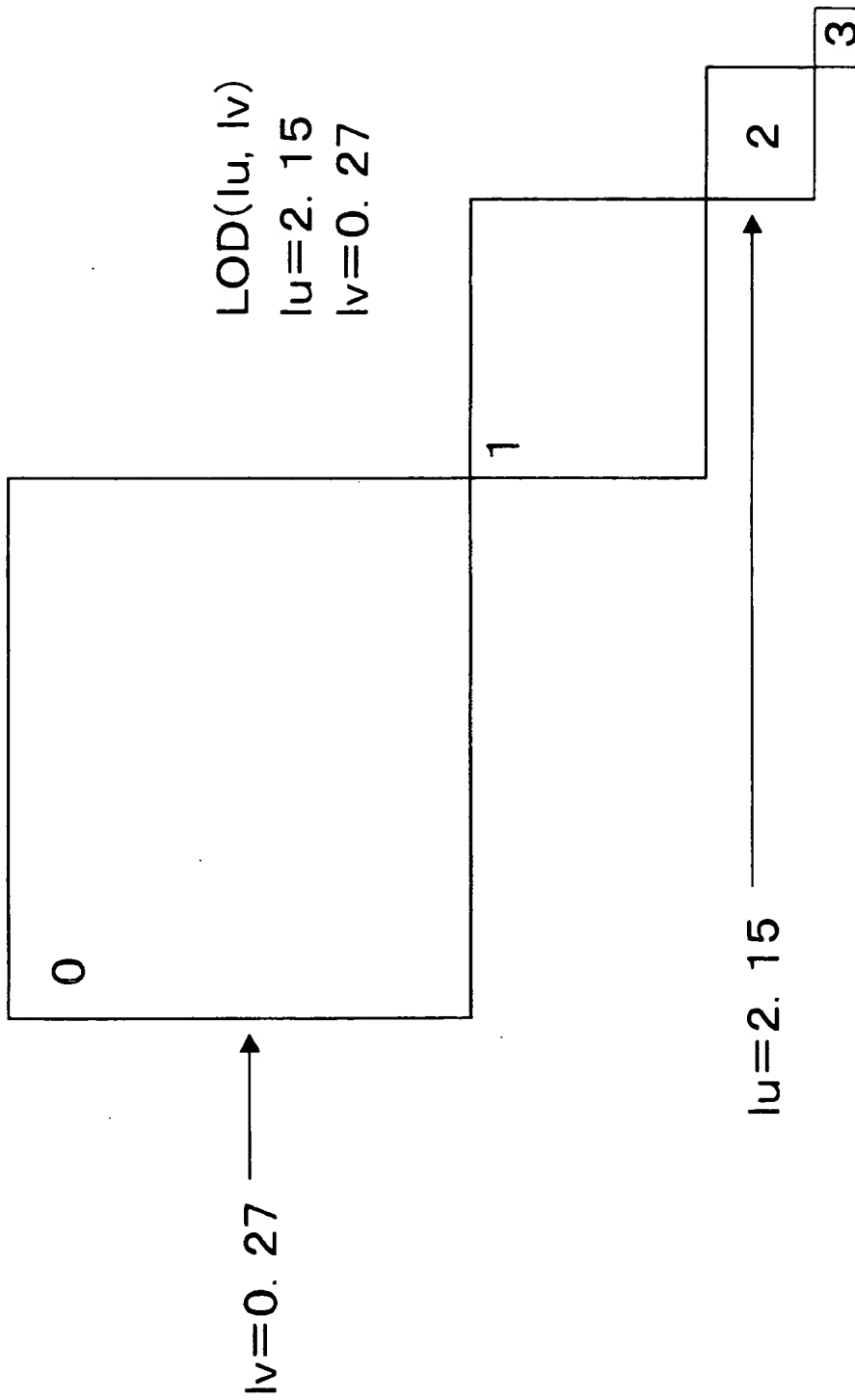
【図10】



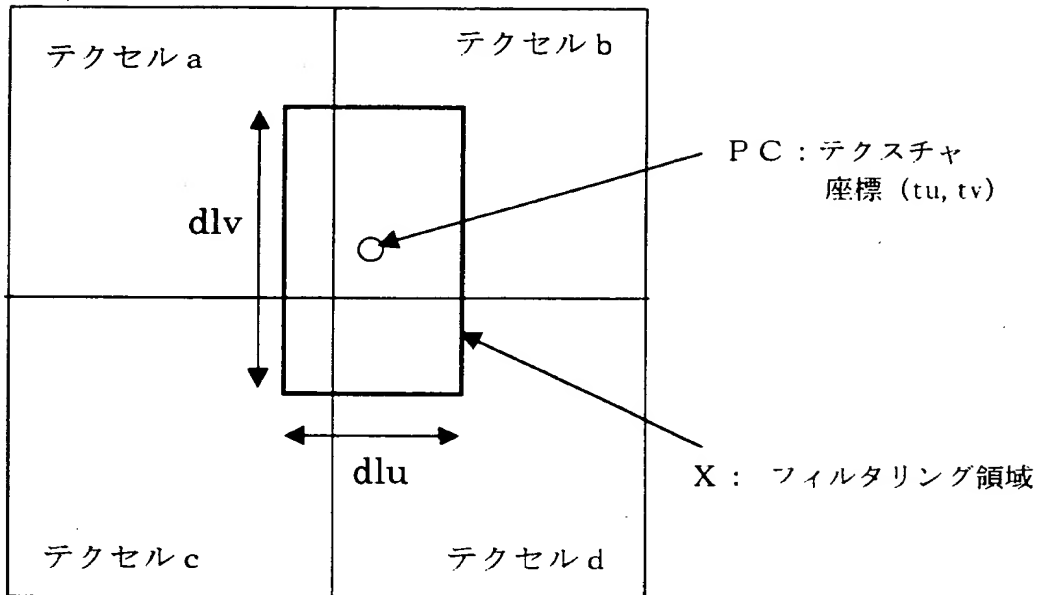
【図 11】



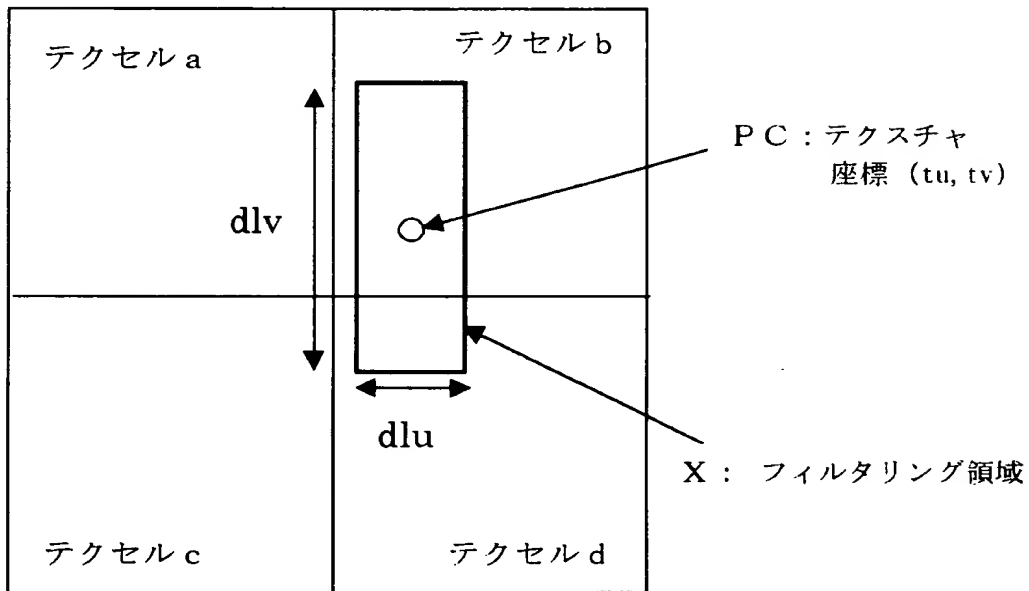
【図 1 2】



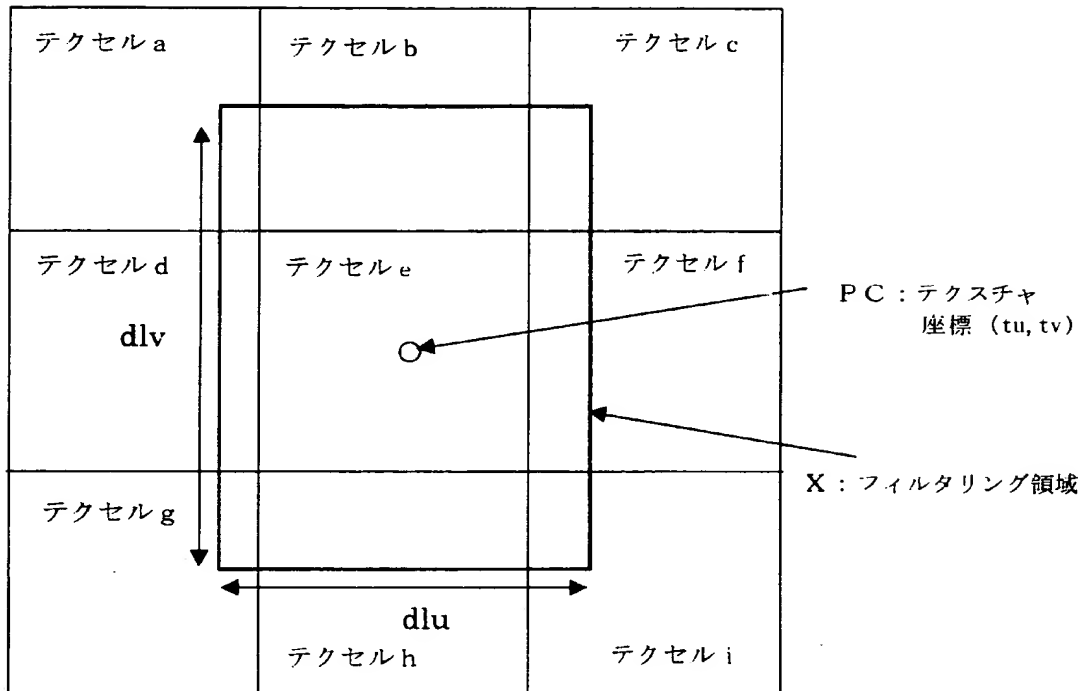
【図 13】



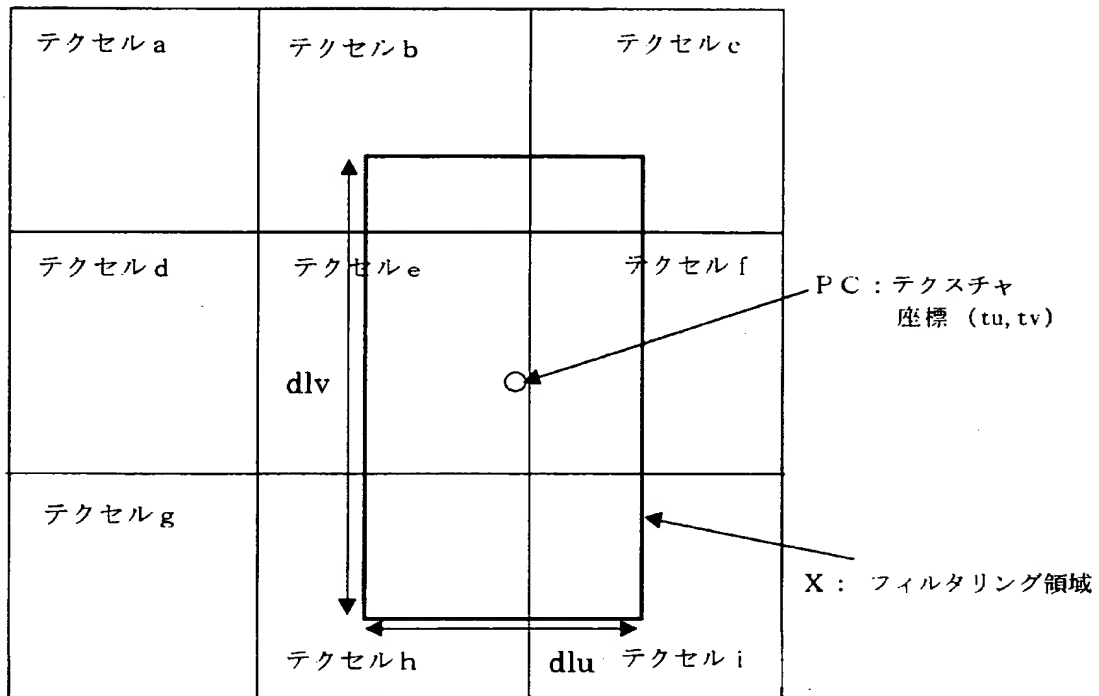
【図 14】



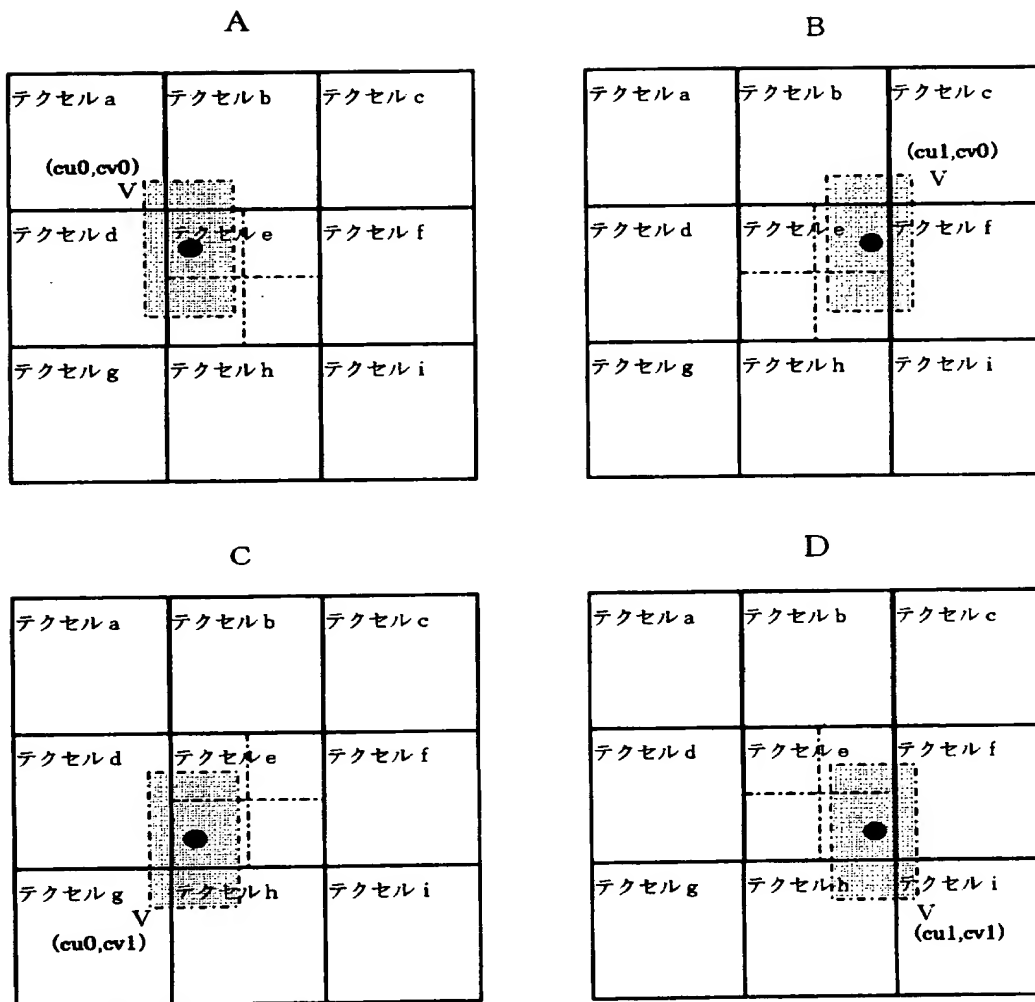
【図 1 5】



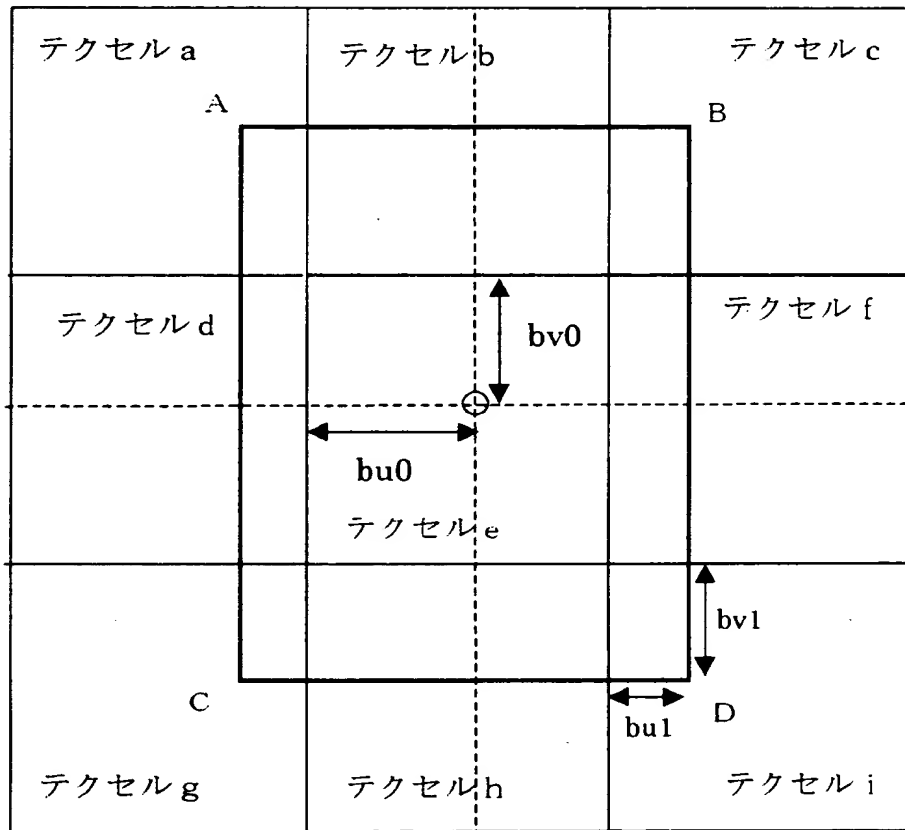
【図 1 6】



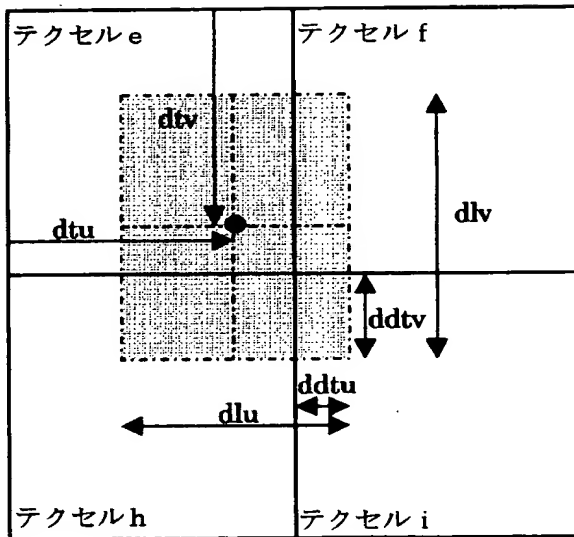
【図 17】



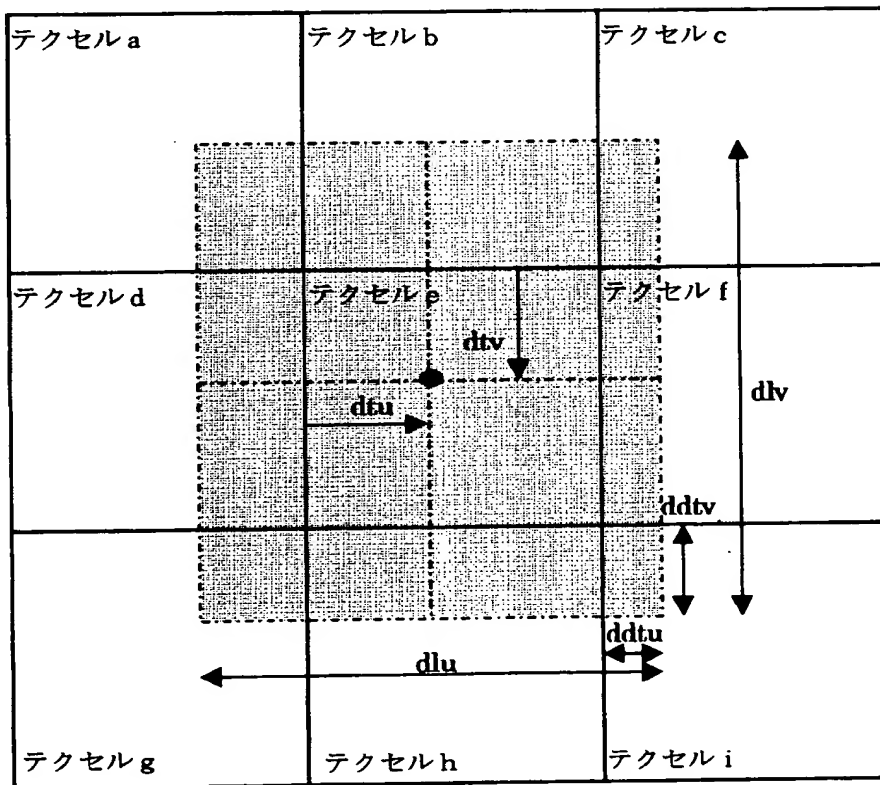
【図 1 8】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 z 軸方向にオブジェクトであるポリゴンが傾斜し、傾斜方向に長い場合のポリゴンに対しても、ボケの少ない美しいフィルタリング結果を得ることが出来る画像生成方法及びこれを用いた画像生成装置を提供する。

【解決手段】 オブジェクトデータからピクセル単位にテクスチャ座標及び詳細度 LOD (Level Of Detail) 値を演算し、このテクスチャ座標及び詳細度 LOD 値に基づき、テクスチャメモリから読み出されるテクセルのフィルタリング領域を決定し、決定されたフィルタリング領域の大きさに応じた重み付け平均を求め、前記ポリゴンに貼りつけるテクスチャカラーを生成する。

【選択図】 図 9

認定・付加情報

| | |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2000-109152 |
| 受付番号 | 50000455549 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 鈴木 ふさゑ 1608 |
| 作成日 | 平成12年 4月17日 |

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

| | |
|----------|------------------|
| 【識別番号】 | 000132471 |
| 【住所又は居所】 | 東京都大田区羽田1丁目2番12号 |
| 【氏名又は名称】 | 株式会社セガ・エンタープライゼス |

【代理人】

申請人

| | |
|--------|-----------|
| 【識別番号】 | 100094514 |
|--------|-----------|

| | |
|----------|--|
| 【住所又は居所】 | 神奈川県横浜市港北区新横浜3-9-5 第三東 昇ビル3階 林・土井 国際特許事務所 |
|----------|--|

| | |
|----------|------|
| 【氏名又は名称】 | 林 恒徳 |
|----------|------|

【代理人】

| | |
|--------|-----------|
| 【識別番号】 | 100094525 |
|--------|-----------|

| | |
|----------|--|
| 【住所又は居所】 | 神奈川県横浜市港北区新横浜3-9-5 第三東 昇ビル3階 林・土井 国際特許事務所 |
|----------|--|

| | |
|----------|-------|
| 【氏名又は名称】 | 土井 健二 |
|----------|-------|

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000132471]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区羽田1丁目2番12号
氏 名 株式会社セガ・エンタープライゼス